

(19)



(11)

**EP 1 979 987 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**10.10.2018 Bulletin 2018/41**

(51) Int Cl.:  
**H01Q 9/46** <sup>(2006.01)</sup> **H01Q 9/36** <sup>(2006.01)</sup>  
**H01Q 21/24** <sup>(2006.01)</sup> **H01Q 21/28** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Numéro de dépôt: **07704320.6**

(86) Numéro de dépôt international:  
**PCT/EP2007/050999**

(22) Date de dépôt: **01.02.2007**

(87) Numéro de publication internationale:  
**WO 2007/088191 (09.08.2007 Gazette 2007/32)**

**(54) ANTENNE A POLARISATION CIRCULAIRE OU LINEAIRE**

ANTENNE MIT ZIRKULARER ODER LINEARER POLARISATION

CIRCULARLY OR LINEARLY POLARIZED ANTENNA

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI  
SK TR**

(30) Priorité: **01.02.2006 FR 0600900**

(43) Date de publication de la demande:  
**15.10.2008 Bulletin 2008/42**

(73) Titulaires:  
• **Microwave Vision**  
**91140 Villebon Sur Yvette (FR)**  
• **CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES**  
**75001 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **DUMON, Patrick**  
**F-31320 Vigoulet-Auzil (FR)**

- **DUCHESNE, Luc**  
**F-91470 Angervilliers (FR)**
- **LE GOFF, Marc**  
**F-91940 Les Ulis (FR)**
- **GROSS, Nicolas**  
**F-92340 Bourg La Reine (FR)**
- **GARREAU, Philippe**  
**F-91540 Mennecy (FR)**

(74) Mandataire: **Gaillarde, Frédéric F. Ch. et al**  
**Cabinet Germain & Maureau**  
**31-33, rue de la Baume**  
**75008 Paris (FR)**

(56) Documents cités:  
**EP-A1- 0 512 876 FR-A1- 2 841 388**  
**US-A- 2 521 550 US-A- 3 680 135**

**EP 1 979 987 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

**[0001]** L'invention concerne les antennes à polarisation circulaire ou linéaire et, plus précisément, les antennes présentant un diagramme de rayonnement de révolution autour d'un axe et présentant un maximum de rayonnement dans le plan perpendiculaire à la direction de cet axe.

**[0002]** L'invention concerne plus particulièrement mais non limitativement les antennes en technologie plaquée.

**[0003]** Cette technologie, largement diffusée, présente d'importantes applications dans les domaines tels que l'aéronautique, le spatial ou encore les télécommunications civiles et militaires.

**[0004]** Les antennes plaquées ou imprimées regroupent l'ensemble des aériens réalisés suivant une technologie consistant à placer sur un substrat diélectrique un motif conducteur alimenté par un fil d'alimentation au dessus d'un plan de masse.

**[0005]** Ce motif conducteur, de dimensions réduites, constitue l'élément rayonnant de l'antenne et peut être de forme telle qu'un carré, un rectangle, un disque ou encore un anneau, ou autre.

**[0006]** A l'heure actuelle, il existe également, des antennes dont le motif conducteur se présente, par exemple, sous la forme d'un ensemble de brins rayonnants situés sensiblement dans un même plan principal et alimenté par un même fil d'alimentation parallèle à l'axe de révolution du diagramme de rayonnement de l'antenne, chacun des brins décrivant un segment initial radial par rapport à cet axe perpendiculaire au plan principal, puis chacun des brins se prolongeant selon un arc de cercle centré sur cet axe puis décrivant à nouveau un segment sensiblement radial dirigé en direction de cet axe, longeant ainsi un segment radial du brin voisin sans le toucher.

**[0007]** Ces antennes imprimées présentent une bande passante encore limitée.

**[0008]** De plus, les domaines d'application de ces aériens nécessitent des antennes à l'encombrement toujours plus réduit.

**[0009]** Les documents US3680135 décrit une antenne incluant une série de brins situés sensiblement dans un même plan principal parallèle à un plan de masse, chacun des brins étant alimenté par un même fil conducteur. Ces brins décrivent un segment initial qui est radial par rapport à un axe géométrique X perpendiculaire au plan principal, puis chacun des brins se prolonge selon un arc de cercle centré sur cet axe géométrique X, puis se prolonge vers et se connecte avec le plan de masse.

**[0010]** Le document FR2841388 décrit une antenne similaire incluant une série de brins situés sensiblement dans un même plan principal parallèle à un plan de masse, chacun des brins étant alimenté par un même fil conducteur. Ces brins décrivent un segment initial qui est radial par rapport à un axe géométrique X perpendiculaire au plan principal, puis chacun des brins se prolonge selon un arc de cercle centré sur cet axe géométrique X, puis

décrit à nouveau un segment sensiblement radial, dirige en direction de l'axe géométrique X, longeant ainsi un segment radial du brin voisin sans le toucher. Un des buts de l'invention est d'améliorer les antennes existantes.

**[0011]** Un autre but de l'invention est de proposer une antenne de dimensions réduites conservant des performances équivalentes à fréquences égales par rapport à des antennes aux dimensions plus importantes.

**[0012]** Un autre but de l'invention est de proposer une antenne présentant une polarisation circulaire naturelle ou une polarisation linéaire naturelle particulièrement nette.

**[0013]** Il est également désirable d'offrir une antenne simplifiée sur le plan de la réalisation présentant une facilité de fabrication et des coûts de production réduits.

**[0014]** Un autre but de l'invention est de proposer une antenne pouvant être combinée très simplement à d'autres antennes et, particulièrement, à une antenne de type GPS ou géopositionnement par satellite.

**[0015]** Ces buts, ainsi que d'autres qui apparaîtront par la suite sont atteints à l'aide d'une antenne selon la revendication indépendante 1.

**[0016]** Une telle antenne peut être réalisée en technologie plaquée ou en technologie filaire.

**[0017]** Sa structure permet de favoriser l'augmentation de la bande de fréquences de rayonnement et d'améliorer la robustesse mécanique de l'ensemble.

**[0018]** L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre donnée à titre d'exemple non limitatif et grâce aux dessins annexés parmi lesquels :

- La figure 1 représente en perspective une antenne selon l'invention ;
- La figure 2 représente en perspective une antenne selon un exemple ne faisant pas partie de l'invention ;
- La figure 3 représente en perspective une antenne selon un second exemple ne faisant pas partie de l'invention ;

### 1. Structure d'une antenne

**[0019]** L'antenne de la figure 1 est une antenne imprimée produisant un diagramme de rayonnement de révolution autour d'un axe géométrique X, le maximum de rayonnement de ce diagramme se présentant dans un plan perpendiculaire à la direction de cet axe (dans la suite on considérera cet axe vertical par convention et par commodité pour la description).

**[0020]** L'antenne est constituée de quatre éléments principaux, à savoir, un ensemble 200 de N brins rayonnants identiques (N étant un entier), un plan de masse 300, un ensemble 500 de N tiges de retour à la masse des brins rigides et un fil d'alimentation 100.

**[0021]** L'ensemble 200 de N brins rayonnants référencés 210, 220, 230, 240, centré géométriquement sur l'axe géométrique X, se situe dans un plan principal per-

pendiculaire audit axe X.

**[0022]** Le plan de masse 300, essentiellement de révolution autour de l'axe X, est quant à lui placé parallèlement au plan principal de l'ensemble 200 des N brins rayonnants.

**[0023]** D'autre part, les N tiges de retour à la masse des brins de l'ensemble 500 référencées 510, 520, 530, 540 sont associées, chacune, respectivement, à un brin rayonnant 210, 220, 230, 240 et les relie au plan de masse 300.

**[0024]** Elles s'étendent parallèlement à l'axe X tout comme le fil d'alimentation 100 qui s'étend le long de cet axe d'une première extrémité 5a situé au niveau du plan de masse 300 de l'antenne vers une seconde extrémité 5b alimentant l'ensemble 200 des N brins rayonnants.

#### a. Le plan de masse

**[0025]** Concernant la surface conductrice formant plan de masse 300, celle-ci peut prendre plusieurs formes. Elle peut ainsi être plane ou non et formée d'une structure continue ou non.

**[0026]** Cette surface, jouant le rôle de réflecteur, doit au moins être de révolution pour que le diagramme de rayonnement de l'antenne présente aussi cette caractéristique.

**[0027]** Ce plan de masse 300 est relié électriquement à l'armature 4 d'un conducteur coaxial 3 comprenant également une âme centrale 5, ledit conducteur coaxial 3 formant source d'alimentation de l'antenne.

#### b. Le fil d'alimentation

**[0028]** L'âme centrale 5 du conducteur coaxial 3, portée à un potentiel différent de celui de l'armature 4, se prolonge, au delà du plan de masse 300, vers l'ensemble 200 des N brins rayonnants pour constituer le fil d'alimentation 100.

**[0029]** Ce fil 100 s'arrête au niveau de l'ensemble 200 des N brins rayonnants. Quant à l'armature 4, elle ne se prolonge pas au delà du plan de masse 300.

**[0030]** Le fil d'alimentation 100 est ainsi excité à l'extrémité 5a par le conducteur coaxial 3 et chargé par l'ensemble 200 des N brins rayonnants à l'extrémité opposée 5b.

**[0031]** Par ailleurs, pour réduire les dimensions de l'antenne et plus précisément sa hauteur, le fil d'alimentation 100 peut comprendre un ou plusieurs méandres 120, 130 de formes et de dimensions variées.

**[0032]** De plus, les méandres 120, 130 peuvent être d'une part, contenus ou non dans des plans différents et d'autre part, contenus dans des plans contenant ou non l'axe de symétrie X.

**[0033]** Sur la figure 1, le fil d'alimentation 100 comprend une série de deux méandres trapézoïdaux inverses 120 et 130 situés de part et d'autre de l'axe géométrique X dans un plan identique contenant cet axe.

**[0034]** Par ailleurs, le fil d'alimentation 100 peut être

relié, à son extrémité 5b, à un support d'antenne externe.

**[0035]** Ce support se présente sous la forme d'un disque conducteur 600 plein, coaxial avec l'axe X, et relié électriquement, à sa périphérie, à l'ensemble 200 des N brins rayonnants coplanaires.

**[0036]** Ce support est apte à recevoir sur la face supérieure du disque 600, face opposée au plan de masse 300, une antenne externe. On peut ainsi citer par exemple, la disposition d'une antenne de type GPS sur ledit support.

**[0037]** Il est à noter qu'aucun courant ne circule entre les deux antennes juxtaposées, l'antenne GPS étant fixée sur le disque 600 par un scotch, des entretoises ou tout autre moyen de fixation non conducteur connu.

**[0038]** De plus, l'alimentation de l'antenne GPS peut être placée soit à l'intérieur soit à l'extérieur du fil d'alimentation 100.

#### c. L'ensemble de N brins rayonnants

**[0039]** Concernant les éléments rayonnants, l'ensemble 200 comprend, sur la figure 1, quatre brins 210, 220, 230, 240 qui présentent une forme semblable à celle du brin rayonnant 210 décrit maintenant.

**[0040]** En partant de la périphérie du disque 600, le brin rayonnant 210 est composé, en premier lieu, d'un segment initial 211 s'étendant radialement à partir du disque 600. Ce segment se prolonge par une portion en arc de cercle 216 qui s'étend sur 90 ° autour de l'axe X dans le sens inverse trigonométrique.

**[0041]** Plus généralement, pour un ensemble 200 de N brins rayonnants, la portion 216 s'étend sur un arc de cercle de 360°/N. De plus, chacun des N brins rayonnants présente la même configuration, la portion en arc de cercle 216 tournant autour de l'axe X dans un même sens (trigonométrique ou sens inverse trigonométrique) pour chaque brin.

**[0042]** Afin de réduire les dimensions de l'antenne, le segment initial 211 du brin rayonnant 210 peut comporter, avantageusement, un ou plusieurs méandres 213 dont la forme et les dimensions peuvent être variées.

**[0043]** On peut citer comme exemples non limitatifs des méandres de type trapézoïdal et/ou carré et/ou rectangulaire et/ou triangulaire et/ou en arc de cercle et/ou d'une autre forme géométrique.

**[0044]** Sur la figure 1, le segment initial 211 comprend un méandre de forme générale trapézoïdale 213 (forme générale en U évasée).

**[0045]** Par ailleurs, de préférence, l'ensemble 200 des brins rayonnants se trouve à une distance du plan de masse 300 qui est de l'ordre de 0.02λ à 0.04λ où λ est la longueur d'onde de travail privilégiée pour cette antenne. De plus, le diamètre des brins rayonnants est sensiblement identique au diamètre externe du plan de masse 300.

#### d. La ou les tiges de retour à la masse des brins

**[0046]** A propos des tiges de retour à la masse des brins 510, 520, 530, 540, elles sont toutes identiques à la tige de retour à la masse des brins 510 associée au brin rayonnant 210 présentée maintenant.

**[0047]** Cette tige rectiligne 510 est électriquement reliée à une extrémité 512, à l'extrémité 217 de la portion en arc de cercle 216 dudit brin et, à l'extrémité opposée 511, au plan de masse 300.

**[0048]** Outre leur fonction électrique, chaque tige de retour à la masse 510, 520, 530, 540 joue un rôle mécanique et supporte au moins partiellement l'antenne.

**[0049]** D'autre part, leur présence favorise l'augmentation de la bande de fréquences de rayonnement de l'antenne et augmente la robustesse mécanique de l'ensemble.

#### e. Autres éléments de l'antenne

**[0050]** Pour augmenter les performances de l'antenne, une variante de réalisation prévoit l'utilisation d'un dispositif d'adaptation d'impédance 400.

**[0051]** Ce dispositif 400 comprend un disque 410 centré sur l'axe X et, placé à l'extrémité 5a du fil d'alimentation 100 au contact de l'âme centrale 5 du conducteur coaxial 3, sans toutefois être relié au plan de masse 300. L'espace entre le disque 410 et le plan de masse 300 peut être occupé par de l'air ou un diélectrique.

**[0052]** Ce disque 410 forme avec le plan de masse une capacité.

**[0053]** De préférence, il présente une épaisseur de l'ordre de 0.5mm.

**[0054]** Par ailleurs, une variante de réalisation de l'antenne prévoit que le conducteur coaxial 3 peut être remplacé par une autre source d'alimentation réalisée à l'aide d'un circuit en technologie planaire imprimée.

**[0055]** Il est à noter qu'une alimentation selon cette technologie peut être placée en tout endroit de l'antenne, par exemple, dans le plan principal des brins rayonnants, sur le plan de masse 300 ou comme pour l'antenne illustrée figure 1, au delà du plan de masse 300 à l'opposé de l'ensemble 200 des quatre brins rayonnants 210, 220, 230, 240.

**[0056]** Avantagusement, l'alimentation de l'antenne se fait, de toute façon, par un fil unique et aucun circuit de déphasage additionnel n'est nécessaire, ce qui en fait une structure simple à réaliser tant au niveau électrique qu'au niveau mécanique.

#### 2. Principe de fonctionnement d'une antenne

**[0057]** Le principe de fonctionnement de l'antenne est le suivant.

**[0058]** On rappelle que l'axe géométrique X est l'axe de révolution du diagramme de rayonnement de l'antenne.

**[0059]** Un maximum de rayonnement est émis sur l'ho-

rizon, c'est-à-dire axialement autour de l'axe X et dans la direction du plan principal des brins, tandis qu'un minimum de rayonnement est présent dans la direction définie par l'axe de symétrie X.

**[0060]** Sur une bande de fréquence de fonctionnement relative assez large ( $>10\%$ ), l'antenne génère soit une polarisation circulaire naturelle soit une polarisation linéaire naturelle suivant la fréquence de travail et la géométrie de l'antenne.

**[0061]** Sur cette bande de fréquence, la partie centrale de l'antenne, et en particulier le fil d'alimentation 100 excité par le conducteur coaxial 3 et chargé par l'ensemble 200 des N brins rayonnants, génère une composante du champ électromagnétique polarisée verticalement suivant l'axe X ayant un maximum à l'horizon.

**[0062]** La partie périphérique de l'antenne et, plus précisément, l'ensemble 200 des N brins rayonnants génère, quant à elle, une composante du champ électromagnétique polarisée horizontalement ayant également un maximum à l'horizon.

**[0063]** Suivant la géométrie de l'antenne (dimensions, enroulement trigonométrique direct ou inverse) et la fréquence de travail, un déphasage de  $90^\circ$  ou  $-90^\circ$  et une même amplitude peuvent être obtenus entre ces deux composantes rayonnées.

**[0064]** La composition de ces différents rayonnements produit alors une polarisation circulaire observée avec un maximum de rayonnement dirigé à l'horizon.

**[0065]** Par ailleurs, pour certaines fréquences de travail, l'antenne peut être excitée avec l'un des deux rayonnements uniquement.

**[0066]** On produit alors une polarisation linéaire avec un maximum de rayonnement dirigé à l'horizon.

**[0067]** La polarisation linéaire peut, ainsi, être soit verticale et parallèle à l'axe X soit horizontale et parallèle au plan principal des brins rayonnants 210, 220, 230, 240.

**[0068]** Une polarisation circulaire ou linéaire naturelle est donc obtenue avec un maximum de rayonnement dirigé à l'horizon, le sens d'enroulement des brins rayonnants fixant la polarisation principale.

**[0069]** Sur la figure 1, le sens d'enroulement inverse trigonométrique implique une polarisation circulaire droite à une fréquence de travail donnée.

**[0070]** Les dimensions du plan de masse 300 permettent, aussi, d'influencer sur les propriétés de rayonnement de l'antenne telles que le gain, la polarisation ou encore la direction du maximum de rayonnement.

**[0071]** Par exemple, dans le cas présenté ici où le plan de masse 300 a un diamètre comparable à celui du pourtour circulaire formé par les brins rayonnants 210, 220, 230, 240, que ce soit en polarisation circulaire ou linéaire, le gain obtenu avec cette antenne est typiquement de l'ordre de 1 dB à 2 dB pour des angles d'élévation (direction du maximum de rayonnement par rapport à l'horizontale) compris entre  $0^\circ$  et  $60^\circ$ .

**[0072]** Par ailleurs, chaque brin rayonnant 210, 220, 230, 240, a une longueur inférieure ou égale à une demi-

longueur d'onde  $\lambda$  à la fréquence privilégiée pour cette antenne.

**[0073]** Afin d'élargir la bande de fréquences de fonctionnement, des brins rayonnants supplémentaires peuvent être superposés à l'ensemble des N brins initiaux.

**[0074]** Ces brins rayonnants supplémentaires peuvent être reliés électriquement ou non aux brins initiaux et peuvent être de même dimensions ou non que les brins initiaux.

**[0075]** Un fonctionnement en mode multifréquence est aussi possible soit au moyen de l'empilement de plusieurs ensembles 200 de brins rayonnants, préférentiellement selon les plans parallèles et de diamètre différents, soit au moyen d'un multiplexeur relié à l'ensemble 200 des quatre brins rayonnants soit en combinant ces deux solutions.

**[0076]** L'antenne présente ici est très compacte et présente des dimensions réduites grâce à la présence des méandres.

**[0077]** Ainsi, le diamètre extérieur du cercle composé des brins rayonnants 210, 220, 230, 240 est de l'ordre de  $0.101\lambda$  à  $0.25\lambda$  où  $\lambda$  est la longueur d'onde de travail privilégiée de l'antenne.

**[0078]** Un diamètre aussi faible permet un encombrement réduit de l'antenne au regard de la longueur d'onde.

**[0079]** D'autre part, l'épaisseur totale de l'antenne est très faible devant la longueur d'onde.

**[0080]** Cette épaisseur, définie par la hauteur du plan des brins rayonnants par rapport au plan de masse, est typiquement de l'ordre de  $0.02\lambda$  à  $0.04\lambda$ .

**[0081]** De plus, la masse de cette antenne peut par le choix d'un matériau adapté être très faible. Elle est typiquement de l'ordre de 150 grammes à une fréquence de 400 MHz.

**[0082]** Par ailleurs, concernant la réalisation de cette antenne imprimée, sa structure permet qu'elle soit fabriquée facilement en production série à faibles coûts.

**[0083]** L'espace entre les brins rayonnants et le plan de masse peut être occupé par un matériau diélectrique.

**[0084]** Toutefois, il est à noter qu'une antenne selon l'invention peut être également réalisée en métal sur air.

### 3. Autres modes de réalisation d'une antenne

**[0085]** La figure 2 présente une variante de réalisation d'une antenne un exemple ne faisant pas partie de l'invention dont la structure diffère de celle de la figure 1 par l'ensemble 200 des N brins rayonnants proposé.

**[0086]** Cet ensemble 200 comprend trois brins rayonnants 710, 720, 730, présentant, chacun, une forme semblable à celle du brin rayonnant 710 décrit maintenant.

**[0087]** A la différence des brins illustrés figure 1, le brin rayonnant 710 présente une portion 717 s'étendant en arc de cercle supplémentaire.

**[0088]** Plus précisément, une première portion 713 s'étend en arc de cercle sur  $120^\circ$  autour de l'axe X et se prolonge par une branche en retour rectiligne 715 s'étendant radialement vers le disque 600 et s'arrêtant à proxi-

mité de celui-ci sans le toucher.

**[0089]** Cette branche en retour 715 initie une seconde portion 717 s'étendant en arc de cercle 717 sur  $60^\circ$  autour du disque 600 et longeant sans contact ce dernier.

**[0090]** Les deux portions s'étendant en arc de cercle 713 et 717 tournent respectivement autour de l'axe X dans deux sens opposés, à savoir dans le sens inverse trigonométrique et le sens trigonométrique.

**[0091]** La figure 3, quant à elle, présente une variante de réalisation d'une antenne un autre exemple ne faisant pas partie de l'invention dont la structure diffère de celle de la figure 1 par la forme des N brins rayonnants, le support d'antenne externe 600 et le fil d'alimentation 100 proposés.

**[0092]** D'une part, le fil d'alimentation 100 est formé d'un cylindre de révolution creux centré sur l'axe géométrique X, ledit cylindre étant en contact, sur sa périphérie extérieure, avec un support d'antenne externe ayant la forme d'un disque 600 percé en son centre. Le diamètre du trou est ajusté pour recevoir ledit cylindre.

**[0093]** D'autre part, à la différence des brins rayonnants illustrés sur la figure 1, le brin rayonnant 810 présente ici une portion s'étendant en arc de cercle 813 qui se prolonge par une branche en retour rectiligne 815 s'étendant vers le disque 600 et s'arrêtant à mi distance de celui-ci.

**[0094]** Ce qui suit est également valable pour l'ensemble de brins rayonnants 710, 720, 730 décrits en référence à la figure 2.

**[0095]** Sur la figure 3, les brins rayonnants étant placés côte à côte et ayant le même sens inverse trigonométrique, chaque segment initial relié au disque 600 est bordé, à son extrémité éloignée du disque par une branche en retour d'un brin voisin, cette branche en retour étant quant à elle non reliée au disque 600.

**[0096]** Par ailleurs, une tige de retour à la masse des brins 510 est ici électriquement reliée, à une première extrémité 512 à l'intersection 814, entre la première portion 813, s'étendant en arc de cercle et la branche en retour 815 rectiligne, et à l'extrémité opposée 511, au plan de masse 300.

**[0097]** Selon l'invention, des variantes de réalisation des antennes illustrées sur les figures 2 et 3 prévoient sur les segments initiaux et sur le fil d'alimentation des méandres de formes et de dimensions variées ou non afin de réduire les dimensions de l'antenne.

### Revendications

1. Antenne produisant un diagramme de rayonnement de révolution autour d'un axe géométrique (X) et présentant un maximum de rayonnement dans un plan perpendiculaire à la direction dudit axe X, l'antenne comprenant

une surface conductrice formant plan de masse (300) de l'antenne ;

- un fil d'alimentation (100) s'étendant le long du dit axe (X) d'une première extrémité (5a) à une seconde extrémité, la première extrémité étant située au niveau du plan de masse (300) de l'antenne vers une seconde extrémité (5b) alimentant un ensemble (200) de N brins rayonnants identiques situés sensiblement dans un même plan principal, N étant un entier ; lesdits N brins rayonnants (210, 220, 230, 240) décrivant chacun un segment initial (211) s'étendant radialement à partir de l'axe géométrique X et se prolongeant par une portion en arc de cercle (216) centrée sur ledit axe X, les portions en arc de cercle (216) des brins tournant autour de l'axe X dans un même sens ; **caractérisé en ce que** l'antenne comprend en outre un ensemble (500) de N tiges de retour à la masse de l'ensemble (200) de N brins rayonnants, la tige de retour à la masse (510, 520, 530, 540) de chaque brin rayonnant (210, 220, 230, 240, 710, 720, 730, 810, 820, 830, 840) étant électriquement reliée, à une première extrémité (511) à l'extrémité (217) de la portion en arc de cercle (216) du brin et, à l'extrémité opposée (511), au plan de masse (300) ; et **en ce que** le fil d'alimentation (100), le segment initial (211) de chaque brin rayonnant (210, 220, 230, 240) comprenant chacun au moins un méandre.
2. Antenne selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le segment initial s'étendant radialement à partir de l'axe géométrique X, se prolonge en outre selon une portion en arc de cercle (713, 813) centrée sur ledit axe X initiant une branche en retour s'étendant radialement vers ledit axe X, ladite tige de retour à la masse des brins (510, 520, 530, 540) est électriquement reliée, à une première extrémité (511) à l'intersection de ladite portion en arc de cercle (713, 813) avec ladite branche en retour et, à l'extrémité opposée (511), au plan de masse (300).
  3. Antenne selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la branche en retour de chaque brin rayonnant (210, 220, 230, 240, 710, 720, 730, 810, 820, 830, 840) comprend au moins un méandre (213).
  4. Antenne selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le fil d'alimentation (100) des brins est constitué par un fil rigide.
  5. Antenne selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les méandres (216, 120, 130) sont de type trapézoïdal et/ou carré et/ou rectangulaire et/ou triangulaire et/ou en arc de cercle et/ou d'une autre forme géométrique.
  6. Antenne selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'antenne inclut, en outre, un support d'antenne externe sous la forme d'un disque (600) centré sur l'axe X, relié en son centre au fil d'alimentation (100) et en périphérie à chacun des N brins rayonnants (210, 220, 230, 240) de l'antenne.
  7. Antenne selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'elle** inclut un circuit d'adaptation d'impédance sous la forme d'un disque (400) centré sur ledit axe X et placé à ladite première extrémité (5a) du fil d'alimentation (100) formant une capacité avec le plan de masse (300).
  8. Antenne selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'ensemble (200) des brins rayonnants (210, 220, 230, 240) décrit un pourtour circulaire de diamètre de l'ordre de  $0,10\lambda$  à  $0,25\lambda$  où  $\lambda$  est la longueur d'onde de travail privilégiée de l'antenne.
  9. Antenne selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'épaisseur totale de l'antenne définie par la hauteur entre le plan de masse (300) et l'ensemble (200) des N brins rayonnants est de l'ordre de  $0,02\lambda$  à  $0,04\lambda$ .
  10. Antenne selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** chaque brin rayonnant (210, 220, 230, 240) a une longueur inférieure ou égale à une demi longueur d'onde à la fréquence de travail privilégiée de l'antenne.
  11. Antenne selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** est de type imprimée.
  12. Antenne selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** présente plusieurs ensembles (200) de brins rayonnants agencés en empilement.
- ### Patentansprüche
1. Antenne, die ein Strahlungsdiagramm einer Umdrehung um eine geometrische Achse (X) erzeugt und ein Strahlungsmaximum in einer Ebene senkrecht zu der Richtung der Achse X aufweist, wobei die Antenne umfasst eine leitfähige Oberfläche, die eine Masseebene (300) der Antenne bildet; einen Zuleitungsdraht (100), der sich entlang der Achse (X) von einem ersten Ende (5a) zu einem zweiten Ende erstreckt, wobei sich das erste Ende auf Höhe der Masseebene (300) der Antenne befindet, zu einem zweiten Ende (5b), das eine Einheit (200) von N identischen Strahlungselementen ver-

- sorgt, die sich im Wesentlichen in einer gleichen Hauptebene befinden, wobei N eine ganze Zahl ist; die N Strahlungselemente (210, 220, 230, 240), die jeweils ein Anfangssegment (211) beschreiben, das sich radial ausgehend von der geometrischen Achse X erstreckt und von einem Kreisbogenabschnitt (216) verlängert wird, der auf der Achse X zentriert ist, wobei sich die Kreisbogenabschnitte (216) der Elemente um die Achse X in eine gleiche Richtung drehen; **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antenne des Weiteren eine Einheit (500) von N Masserrückleitungsstäben für die Einheit (200) von N Strahlungselementen umfasst, wobei der Masserrückleitungsstab (510, 520, 530, 540) jedes Strahlungselements (210, 220, 230, 240, 710, 720, 730, 810, 820, 830, 840) an einem ersten Ende (511) elektrisch mit dem Ende (217) des Kreisbogenabschnitts (216) des Elements und an dem gegenüberliegenden Ende (511) mit der Masseebene (300) verbunden ist; und
- dadurch, dass der Zuleitungsdraht (100), das Anfangssegment (211) jedes Strahlungselements (210, 220, 230, 240) jeweils mindestens eine Windung umfassen.
2. Antenne nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Anfangssegment radial ausgehend von der geometrischen Achse X erstreckt, des Weiteren gemäß einem Kreisbogenabschnitt (713, 813) verlängert wird, der auf der Achse X zentriert ist und einen zurücklaufenden Zweig initiiert, der sich radial zu der Achse X erstreckt, wobei der Masserrückleitungsstab der Elemente (510, 520, 530, 540) an einem ersten Ende (511) elektrisch mit dem Schnittpunkt des Kreisbogenabschnitts (713, 813) und des zurücklaufenden Zweigs und an dem gegenüberliegenden Ende (511) mit der Masseebene (300) verbunden ist.
  3. Antenne nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zurücklaufende Zweig jedes Strahlungselements (210, 220, 230, 240, 710, 720, 730, 810, 820, 830, 840) mindestens eine Windung (213) umfasst.
  4. Antenne nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zuleitungsdraht (100) der Elemente von einem steifen Draht gebildet wird.
  5. Antenne nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Windungen (216, 120, 130) von der Art eines Trapezes und/oder eines Quadrats und/oder eines Rechtecks und/oder eines Dreiecks und/oder eines Kreisbogens und/oder einer anderen geometrischen Form sind.
  6. Antenne nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antenne des Weiteren eine externe Antennenaufgabe in der Form einer Scheibe (600) einschließt, die auf der Achse X zentriert ist, in ihrem Zentrum mit dem Zuleitungsdraht (100) und an ihrem Rand mit jedem der N Strahlungselemente (210, 220, 230, 240) der Antenne verbunden ist.
  7. Antenne nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Schaltung zur Impedanzanpassung in der Form einer Scheibe (400) einschließt, die auf der Achse X zentriert ist und an dem ersten Ende (5a) des Zuleitungsdrahts (100) angebracht ist, sodass eine Kapazität mit der Masseebene (300) gebildet wird.
  8. Antenne nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einheit (200) von Strahlungselementen (210, 220, 230, 240) einen kreisrunden Umfang mit einem Durchmesser im Bereich von  $0,10\lambda$  bis  $0,25\lambda$  beschreibt, wobei  $\lambda$  die bevorzugte Arbeitswellenlänge der Antenne ist.
  9. Antenne nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gesamtdicke der Antenne, die durch die Höhe zwischen der Masseebene (300) und der Einheit (200) von N Strahlungselementen definiert wird, im Bereich von  $0,02\lambda$  bis  $0,04\lambda$  liegt.
  10. Antenne nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Strahlungselement (210, 220, 230, 240) eine Länge hat, die kleiner oder gleich ist wie eine halbe Wellenlänge auf der bevorzugten Arbeitsfrequenz der Antenne.
  11. Antenne nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie von gedruckter Art ist.
  12. Antenne nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mehrere Einheiten (200) von Strahlungselementen aufweist, die stapelförmig angeordnet sind.

## Claims

1. An antenna producing a radiation diagram revolving around a geometric axis (X) and having a maximum radiation in a plane perpendicular to the direction of said axis X, the antenna comprising a conductive surface forming a ground plane (300) of the antenna; a power supply wire (100) extending along said axis (X) from a first end (5a) to a second end, the first end being located at the level of the ground plane (300) of the antenna toward a second end (5b) powering a set (200) of N identical radiating strands located

substantially in the same main plane, N being an integer;

each of said N radiating strands (210, 220, 230, 240) describing an initial segment (211) extending radially from the geometric axis X and prolonged by a circle-arc portion (216) centered on said axis X, the circle-arc portions (216) of the strands turning around the axis X in the same direction; **characterized in that** the antenna further comprises a set (500) of N ground return rods of the set (200) of N radiating strands, the ground return rod (510, 520, 530, 540) of each radiating strand (210, 220, 230, 240, 710, 720, 730, 810, 820, 830, 840) being electrically connected, at a first end (511), to the end (217) of the circle-arc portion (216) of the strand and, at the opposite end (511), to the ground plane (300); and **in that** each of the power supply wire (100) and the initial segment (211) of each radiating strand (210, 220, 230, 240) comprises at least one meander.

2. The antenna according to claim 1, **characterized in that** the initial segment extends radially from the geometric axis X, further prolonged according to a circle-arc portion (713, 813) centered on said axis X initiating a return branch extending radially toward said axis X, said ground return rod of the strands (510, 520, 530, 540) is electrically connected to a first end (511) at the intersection of said circle-arc portion (713, 813) with said return branch and, at the opposite end (511), to the ground plane (300). 30
3. The antenna according to claim 1, **characterized in that** the return branch of each radiating strand (210, 220, 230, 240, 710, 720, 730, 810, 820, 830, 840) comprises at least one meander (213). 35
4. The antenna according to any of the preceding claims, **characterized in that** the power supply wire (100) of the strands is constituted by a rigid wire. 40
5. The antenna according to any of the preceding claims, **characterized in that** the meanders (216, 120, 130) are of the type trapezoidal and/or square and/or rectangular and/or triangular and/or circle-arc shaped and/or of any other geometric shape. 45
6. The antenna according to claim 1, **characterized in that** the antenna further includes an outer antenna support in the form of a disk (600) centered on the axis X, connected at its center to the power supply wire (100) and at its periphery to each of the N radiating strands (210, 220, 230, 240) of the antenna. 50
7. The antenna according to claim 1, **characterized in that** it includes an impedance-matching circuit in the form of a disk (400) centered on said axis X and placed at said first end (5a) of the power supply wire (100) forming a capacitance with the ground plane 55

(300).

8. The antenna according to any of the preceding claims, **characterized in that** the set (200) of radiating strands (210, 220, 230, 240) describes a circular perimeter with a diameter in the range of  $0.10\lambda$  to  $0.25\lambda$  where  $\lambda$  is the favored working wavelength of the antenna. 5
9. The antenna according to any of the preceding claims, **characterized in that** the total thickness of the antenna defined by the height between the ground plane (300) and the set (200) of N radiating strands is in the range of  $0.02\lambda$  to  $0.04\lambda$ . 10
10. The antenna according to any of the preceding claims, **characterized in that** each radiating strand (210, 220, 230, 240) has a length smaller than or equal to a half-wavelength at the favored working frequency of the antenna. 15
11. The antenna according to any of the preceding claims, **characterized in that** it is of the printed type. 20
12. The antenna according to any of the preceding claims, **characterized in that** it has several sets (200) of radiating strands in a stacked arrangement. 25

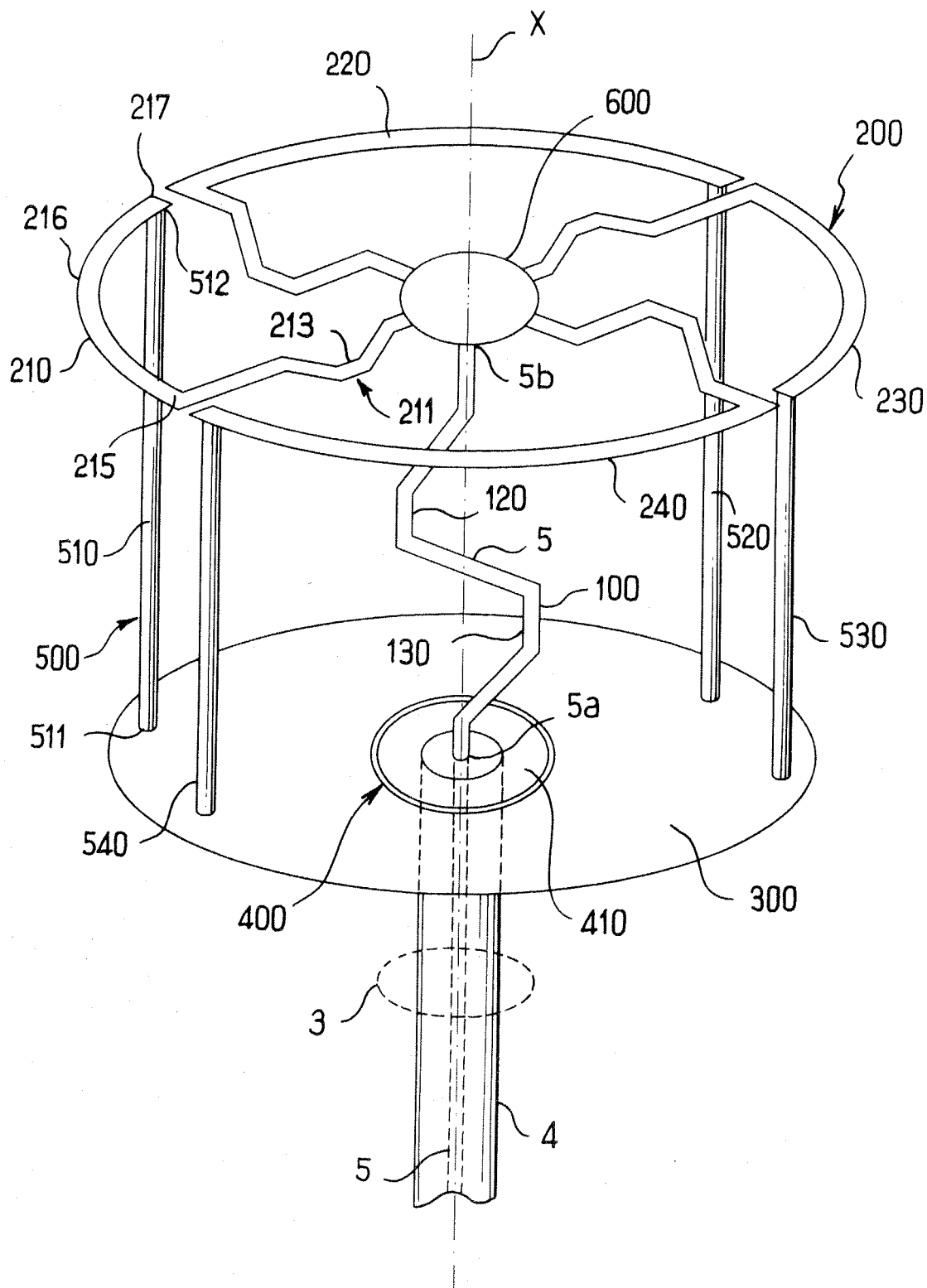


FIG.1

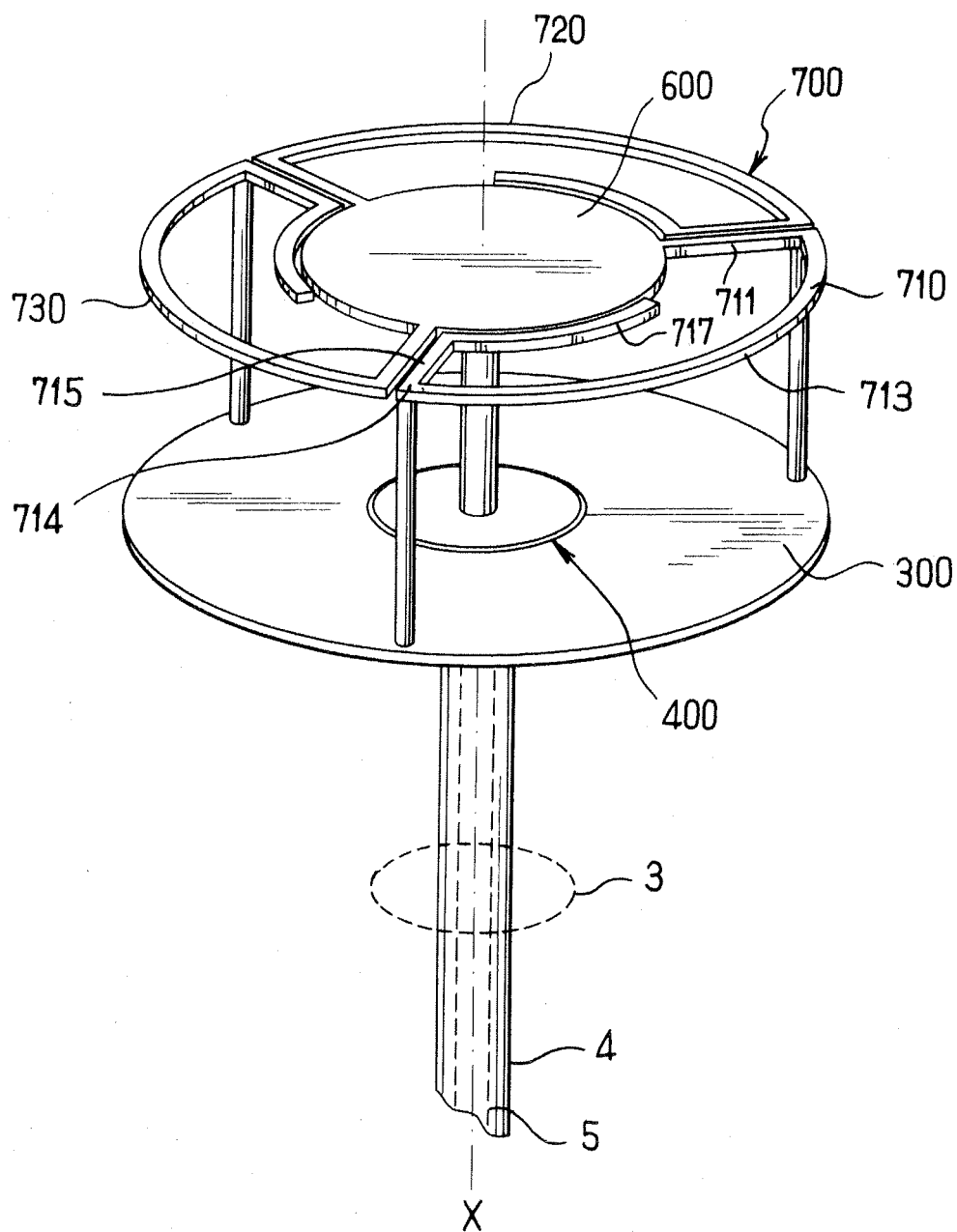


FIG.2

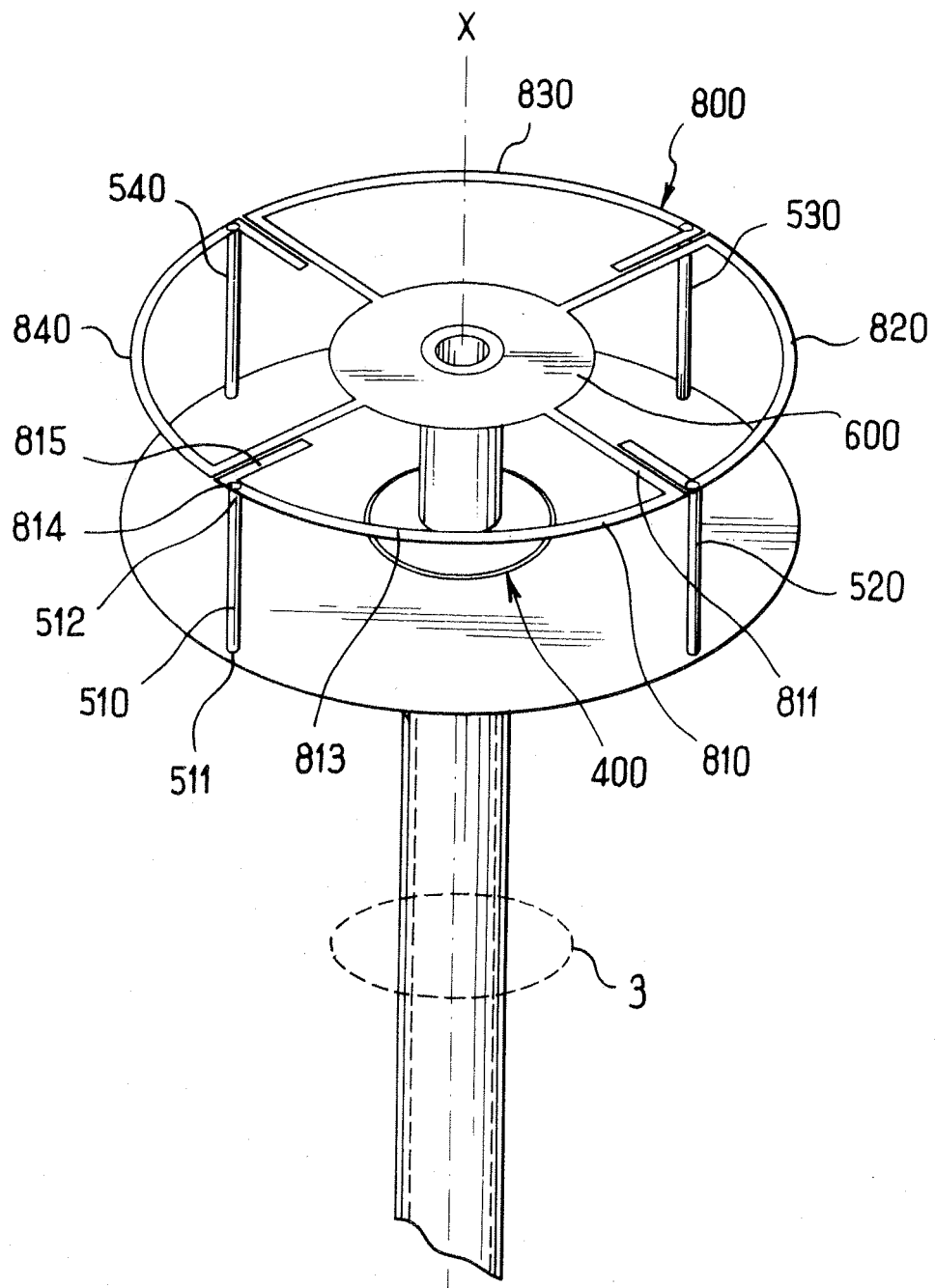


FIG.3

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- US 3680135 A [0009]
- FR 2841388 [0010]